

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報 (A) 昭59—56859

⑤Int. Cl.³ 識別記号 庁内整理番号 ⑬公開 昭和59年(1984)4月2日
H 02 K 24/00 7319-5H
G 08 C 19/38 7187-2F 発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑤バーニヤ形誘導子レゾルバ 地株式会社安川電機製作所東京
工場内
⑥特願 昭57-164973 ⑦出願人 株式会社安川電機製作所
⑧出願 昭57(1982)9月24日 北九州市八幡西区大字藤田2346
番地
⑨発明者 長坂長彦 入間市大字上藤沢字下原480番 ⑩代理人 弁理士 猪股清 外2名

明 翟 盘

1. 発明の名称 バーニヤ形鋼導子レゾルバ

2. 特許請求の範囲

1. 固定子は円筒状の軟磁性体で内側に N_s 個の歯を等分ピッチに形成し、回転子は円盤状の軟磁性体で外側に N_r 個の歯を等分ピッチに形成するとともに、

m_1 は一次巻線の相数で、 N_p は1以上の整数とするとき

$$N_S = 2 m_1 (N_r + N_p)$$

の関係をもち、

一次巻線は各相とも固定子歯を $(m_1 - 1)$ 個
おきに極性を交代しつつ巻回したコイルを直列
接続して形成し、二次巻線は固定子に $2N_p$ 極の
分布巻きを施して m_1 相を形成する。

前記回転子を前記固定子内に均等な空隙を介して挿入することにより、

一次側が m_1 相でかつ二次側が m_2 相の $2N_r$ 極

ゾルバを構成することを特徴とするバーニヤ形
誘導子レゾルバ。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、固定子と回転子との歯数が異なるレゾルバにおいて、固定子に一次及び二次巻線を設け、その一方の巻線を励磁電源から励磁することにより他方の巻線から回転子の回転位置を検出するレゾルバに関する。

従来形のバーニヤレゾルバにおいては、固定子は円筒状の横層鉄心で内側に N_s 個の歯を等分ピッチに切つてあり、回定子は円筒状の同様な横層鉄心で、外側に N_r 個の歯を等分ピッチア切つてある。

そして、 $N_s = N_r \pm N_p$ のように固定子歯数 N_s と回転子歯数 N_r を選び、 N_p は小さな範囲で歯数 N_s や N_r の数分の 1 であるから $N_s \approx N_r$ であることがその特徴である。

しかしこのバーニヤレゾルバは歯形やスキュー形状などを調整して、波形改善を計るのに限度があるので、巻線のピッチやターン数を調整するた

め、巻線が複雑になるくらいがある。

また、従来の誘導子レゾルバは、 m_1 を一次巻線の相数としたとき、 $N_s = 2m_1 N_r$ とし $N_s/N_r = 2m_1$ でバーニヤを利用していい。

したがつて誘導子レゾルバは、さきのバーニヤレゾルバとは逆に、巻線の調整の自由度がなく困難のため、回転子歯の形状を調整して波形の改善を計るが、そのためコア形状が複雑になる難点がある。

ここにおいて本発明は、従来装置の欠点を克服したバーニヤ形誘導子レゾルバを提供することを、その目的とする。

本発明になるバーニヤ形誘導子レゾルバは、回転子歯および二次巻線の調整がどちらも可能であるため、波形の改善が容易であり、また一次巻線の多相化も従来形と比べると容易である。

すなわち、本発明の基本的思想は、

固定子歯数 N_s 、

回転子歯数 N_r 、

一次巻線の相数 m_1 、

200は固定子である。ここで一次巻線の相数 $m_1 = 1$ の本発明のバーニヤ形誘導子レゾルバにするため、固定子歯数 N_s を2倍にするとともに、固定子歯を隣接する歯が互いに逆極性になるよう巻線して、直列に接続することで一次単相コイルを形成する。

第2図は、この一次コイルの正極性起磁力に対する空隙バーミアンス λ_F と逆極性起磁力に対する空隙バーミアンス λ_R を夫々仮想突極回転子100, 100' で表わした説明図である。正極性起磁力に対するバーミアンス λ_F が最大の所で、逆極性起磁力に対する空隙バーミアンス λ_R は最小というように全く逆の関係になる。

一次コイルを交流で励磁し、二次コイルを固定子に4極の分布巻きで施してあるとすると、

空隙磁束の分布は $(\lambda_F - \lambda_R) F_1 = \emptyset$

ところで $\lambda_F = \lambda_0 + \lambda \cos 2\theta$

$\lambda_R = \lambda_0 - \lambda \cos 2\theta$

であるから

$$\emptyset = F_1 \cdot 2\lambda \cos 2\theta$$

したがつて、二次コイルの誘起電圧 e_2 は、 $\theta = \varphi + \eta$

1以上の歯数 N_p

との間に、

$$N_s = 2m_1 (N_r + N_p)$$

の関係がなされたバーニヤ形誘導子レゾルバと呼称すべきレゾルバである。

因みに、

従来のバーニヤレゾルバは、

$$N_s = N_r + N_p$$

であり、

従来の誘導子レゾルバは、

$$N_s = 2m_1 N_r$$

である。

ここで本発明の原理を述べる。

バーニアレゾルバで、歯数 $N_p = 2$ とした時の空隙のバーミアンス (Permeance 遷磁率) は第1図のように表わされる。

A, A' 点では固定子と回転子の歯が一致し、B, B' 点では食違から A, A' 点のバーミアンスは最大、B, B' 点では最小である。そのことを仮想突極をもつ回転子100で表わしている。なお、

として

$$e_2 \propto \int_{-\pi}^{+\pi} \emptyset n_2 \cos 2\eta d\eta$$

$$\propto \int_{-\pi}^{+\pi} \cos 2(\varphi + \eta) \cos 2\eta d\eta$$

$$\propto \cos 2\varphi$$

ここで

φ は回転子仮想突極軸 AA' から測った二次コイル軸の電気角、

θ は変数、

η は $\eta = \theta - \varphi$ で二次コイル軸 CC' から測った電気角 (変数)、

F_1 は一次コイルの超磁力、

λ_0 は空隙バーミアンスの一定成分、

λ は空隙バーミアンスの変動成分片振幅、

である。

次に本発明の基本磁気構造について述べる。

本発明の固定子は円筒状の横層鉄心でその内側には N_s 個の歯が等分ピッチで形成されており、回転子も同様な横層鉄心で外側に N_r 個の歯が等分ピ

ツチで切つてあり、固定子内に空隙を介して挿入されている。

$N_s = N_r \pm N_p$ とすれば、 $N_p = 1$ であると相対する固定子と回転子の歯は 1 個所でしか揃い整列するところはない。 $N_p = 2$ であれば 180° 離れた所で 2 個所、 $N_p = 3$ であれば 120° 離れた所で 3 個所において固定子と回転子の歯が整列する。従つて N_p 個では $360^\circ / N_p$ ずつ離れた所で N_p 個の歯が完全に揃う。

固定子と回転子の歯が揃うところはバーミアンスが最大で、完全に食違うところはバーミアンスが最小である。

このため空隙バーミアンスは N_p 個の仮想突極を持つと看つて良い。

回転子が $360^\circ / N_r$ (1 ピッチ角) 回転すると、磁路は元の状態に戻るが、空隙バーミアンス波、即ち仮想突極は $360^\circ / N_p$ (1 突極ピッチ角) 回転する。従つて、回転子に対しバーミアンス波は N_r / N_p 倍に増速されていることがわかる。

$360^\circ / N_s$ に対し $360^\circ / N_r$ はバーニヤ目盛に

一ミアンス波で変調されたものとなる。

$N_p = 2$ の例で、固定子に 4 極多相の分布巻線を施すと、この空隙には

$$\begin{aligned} \lambda_p - \lambda'_p &= \lambda \cos 2\theta - (-\cos 2\theta) \\ &= 2\lambda \cos 2\theta \end{aligned}$$

の磁束が生じているので、一次 1 相／二次多相のレゾルバが構成できる。

次に、更に固定子歯数を倍にして、 $4N_s$ とし、第 6 図のように k_1, k'_1 で 1 相、 k_2, k'_2 でもう 1 相のコイルを形成する。このようにすると k_1, k'_1 相に対するバーミアンス波 λ_p に対し、 k_2, k'_2 相に対するバーミアンス波 λ_{p_2} は電気角で 90° 進んでいる。

このようにして、一般に $2m_1 N_s$ に固定子歯数をふやせば、 $k_1 k'_1, k_2 k'_2, \dots, k_m k'_m$ 相を形成することができる。

歯数の選定と磁路のバランスについてはこうである。

一次 m_1 相、二次 m_2 相のレゾルバを考えると、 $N_s = 2m_1 (N_r \pm N_p)$ で固定子歯数 N_s は $N_p \times 2m_1$ で割り切れる必要がある。

相当し、 $360^\circ / (N_s \sim N_r)$ ごとに目盛が一致する。このためバーニヤレゾルバと呼ばれる。

ここで固定子歯 N_s を 2 倍にしてみる。今まで # 1, # 2, …, # N_s の歯があつたとし、この中間に # 1', # 2', …, # N_s' を次のように挿入する。

1, # 1', # 2, # 2', …, # $(N_s - 1)$, # $(N_s - 1)'$, # N_s , # N_s' , # 1 ~ # N_s から見た空隙バーミアンス波 λ_p に対し、# 1' ~ # N_s' から見た空隙バーミアンス波 λ'_p は、 $360^\circ / (2N_p)$ だけ進んだ位置にある。 $N_p = 2$ の例を第 3 図に示す。これは、# 1 ~ # N_s の歯が回転子と一致したところ（第 4 図）では # 1' ~ # N_s' の歯は食違い、# 1 ~ # N_s が食違つたところ（第 5 図）では # 1' ~ # N_s' が一致すると言う、逆の関係になるから直感的に理解できることである。

ここで # 1 ~ # N_s を右巻き、# 1' ~ # N_s' を左巻きに巻線を施し、これを直列に接続した励磁コイルを交流で励磁したとする。空隙には $2N_s$ 個の交番磁界が生ずるが、できる磁束の大きさはパ

n を整数とすると

$$\begin{aligned} n &= N_s / (N_p \times 2 m_1) \\ &= (m_1 / m_2) (N_r \pm N_p) / N_p \\ &= (m_1 / m_2) (N_r / N_p \pm 1) \end{aligned}$$

したがつて $(N_r / N_p \pm 1) / m_2$ を整数とすれば良い。

一次 2 相、二次 2 相レゾルバで整数 $N_p = 1$ ならば、

$$(N_r \pm 1) / 2 = n \text{ つまり } N_r \pm 1 = 2n$$

したがつて回転子歯数 N_r は奇数になる。

二次相数 $m_2 = 1$ で整数 $N_p = 1$ ならば、回転子歯数 N_r は自由に選べる。

回転子歯数 $N_r = 4$

一次相数 $m_1 = 2$

ならば、固定子歯数 N_s は

$$N_s = 2 \times 2 (4 \pm 1) = \frac{20}{12}$$

一次相数 $m_1 \geq 2$ ならば、整数 $N_p = 1$ としても磁路はバランスする。整数 N_p を大きくすると二次巻線の毎極毎相の溝数 q が減るので、磁路のバランスはよいが巻線の自由度が下がる。精度を高くする

構造は整数 N_p を適当に選ぶことにある。

では、本発明の一実施例について説明する。

ブラシレス DC サーボモータのポールセンサとして 8 極の一次 2 相、二次 1 相のレゾルバを例にとる。

回転子歯数 $N_r = 4$

整数 $N_p = 1$

固定子歯数 $N_s = 2 \times 2 (4 \pm 1)$

$$= \frac{20}{12}$$

この固定子歯数 $N_s = 12$ の説明図を第 7 図に表わす。

一次巻線として、

a 相は $(1, -1', 2, -2', 3, -3')$

とし、

b 相は $(-\overline{1}, -\overline{1'}, \overline{2}, -\overline{2'}, \overline{3}, -\overline{3'})$

とそれぞれ巻回する。

二次巻線としては、12 のスロットを自由に使って单相の 2 極巻線を分布巻きする。

例えば $(-\overline{3}, -\overline{1}), (-\overline{2}, -\overline{2}) n_i$ ターン

$(-\overline{3'}, 1'), (-3, 2) n_i$ ターン

あるいは

回転子歯数 $N_r = 36$

整数 $N_p = 4$

固定子歯数 $N_s = 2 \times 1 (36 \pm 4)$

$$= \frac{80}{64}$$

各種のものが考えられるが固定子歯数 $N_s = 64$ と

選べば

$$N_s / (N_p \times 2m_s) = 64 / (4 \times 2 \times 2) \\ = 4$$

でこれは毎極、毎相溝数 q に相当する。

以上のようにして、多くの構造が可能である。

かくして、本発明によれば次の効果が認められる。

⑦ 二次巻線が $2N_p$ 極の多相分布巻きができるところが大きな特長となる。このため高調波成分を低減する巻線の自由度が高く、従つて精度の高いレゾルバができる。

⑧ 二次巻線も多相化できるので、この信号をパルス化する際に処理が容易になる。

⑨ この種のレゾルバの応用範囲は N/C 工作機。

$(-\overline{3}, -\overline{1}) n_i$ ターン

とすればよい。

第 8 図は固定子歯数 $N_s = 20$ の説明図である。

一次巻線として、

a 相は $(1, -1', 2, -2', 3, -3', 4, -4', 5, -5')$ とし、

b 相は $(\overline{1}, -\overline{1'}, \overline{2}, -\overline{2'}, \overline{3}, -\overline{3'}, \overline{4}, -\overline{4'}, \overline{5}, -\overline{5'})$ とそれぞれ巻回する。

二次巻線としては、20 のスロットを自由に使って单相 2 極の巻線を分布巻きする。

第 7 図、第 8 図いずれの構造も二次を 2 相化するのは容易である。直交する巻線を巻き込めば良い。

さらに A/C サーボの速度および N/C 工作機の機械角を検出する 72 極一次 1 相、二次 2 相レゾルバを考えよう。

回転子歯数 $N_r = 36$

整数 $N_p = 2$

固定子歯数 $N_s = 2 \times 1 (36 \pm 2)$

$$= \frac{76}{68}$$

ロボットをはじめサーボアクチュエータの速度、位置制御をすべてカバーするもので、この信頼性、精度が高くコストの低い構造が探究されて来たが、本発明は構造が簡単で精度を高くし、多相信号を得られるという多くの自由度を備えているので、将来性の大きいレゾルバである。

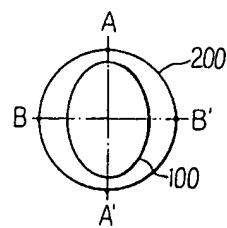
4. 図面の簡単な説明

第 1 図、第 2 図は本発明の原理を表わす空隙パーミアンスの説明図、第 3 図～第 6 図は本発明の動作説明図、第 7 図は本発明の一実施例の断面図、第 8 図は本発明の他の実施例の断面図である。

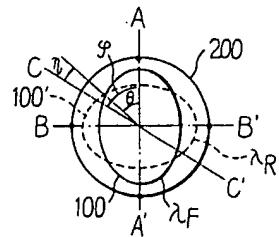
100…回転子、200…固定子。

出願人代理人 猪股清

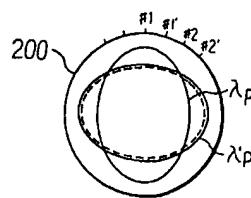
第1図



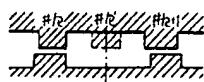
第2図



第3図



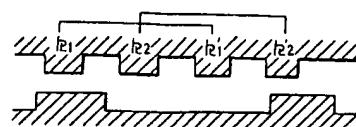
第4図



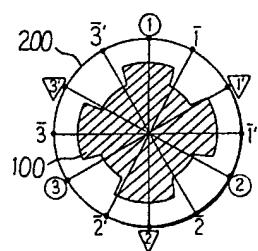
第5図



第6図



第7図



第8図

